

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-278927

(43)Date of publication of application : 12.10.1999

(51)Int.Cl.

C04B 35/46  
C04B 35/44  
H01B 3/12  
H01P 7/10

(21)Application number : 11-008306

(71)Applicant : KYOCERA CORP

(22)Date of filing : 14.01.1999

(72)Inventor : MURAKAWA SHUNICHI  
OKAWA YOSHIHIRO

(30)Priority

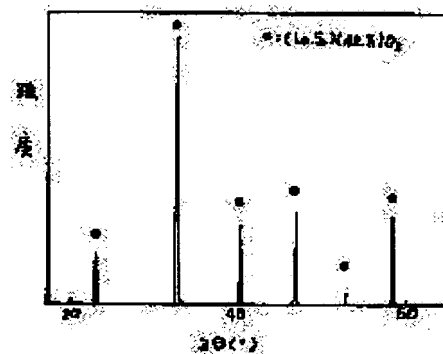
Priority number : 10 5927 Priority date : 14.01.1998 Priority country : JP

(54) DIELECTRIC PORCELAIN COMPOSITION, PRODUCTION OF DIELECTRIC PORCELAIN AND DIELECTRIC RESONATOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a dielectric porcelain composition, dielectric porcelain and dielectric resonator, having high  $\epsilon_r$  and high Q value in high frequency region and making dispersion of  $\epsilon_r$ , Q value and a temperature characteristic  $\tau f$  of resonance frequency small.

SOLUTION: This dielectric porcelain composition contains at least rare earth element, Al, M (M: Sr or Sr and Ca) and Ti as metal elements and contains perovskite type crystalline phase represented by the compositional formula;  $a\text{Ln}_2\text{O}_3 \cdot b\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot c\text{MO} \cdot d\text{BaO} \cdot e\text{TiO}_2$  (Ln: rare earth element) [ $0.056=a=0.450$ ,  $0.056=b=0.450$ ,  $100=c=0.500$ ,  $0=d=0.100$ ,  $0.100<e<0.470$ ,  $0.75=b/a=1.25$ ,  $0.75=e/(c+d)=1.25$  and  $a+b+c+d+e=1$ ] and comprising a solid solution of  $\text{LnAlO}_3$  ( $X+3/2$  ( $3=x=4$ ) and  $\text{MbaTiO}_3$  as a main crystalline phase.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.07.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 2 7 8 9 2 7

(43) 公開日 平成11年(1999)10月12日

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
C 0 4 B 35/46  
35/44  
H 0 1 B 3/12 3 0 3  
H 0 1 P 7/10

識別記号

F I  
C 0 4 B 35/46 C  
H 0 1 B 3/12 3 0 3  
H 0 1 P 7/10  
C 0 4 B 35/44

審査請求 未請求 請求項の数 6

O L

(全 1 2 頁)

(21) 出願番号 特願平11-8306

(22) 出願日 平成11年(1999)1月14日

(31) 優先権主張番号 特願平10-5927

(32) 優先日 平10(1998)1月14日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地

(72) 発明者 村川 俊一

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式  
会社国分工場内

(72) 発明者 大川 善裕

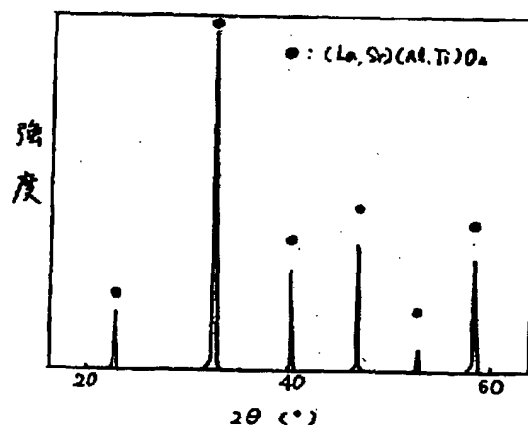
鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式  
会社国分工場内

(54) 【発明の名称】 誘電体磁器組成物、誘電体磁器の製造方法並びに誘電体共振器

(57) 【要約】

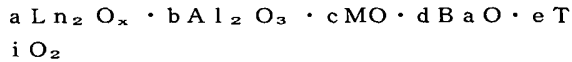
【課題】 高周波領域で高 $\epsilon_r$ 、高Q値となり、 $\epsilon_r$ 、Q値、共振周波数の温度特性 $\tau_f$ のばらつきを小さくする。

【解決手段】 金属元素として少なくとも希土類元素、Al、M (M: SrあるいはSrとCa)、及びTiを含むし、組成式が $aLn_2O_x \cdot bAl_2O_3 \cdot cMO \cdot dBaO \cdot eTiO_2$  (Ln: 希土類元素) (但し、 $0.056 \leq a \leq 0.450$ 、 $0.056 \leq b \leq 0.450$ 、 $0.100 \leq c \leq 0.500$ 、 $0 \leq d \leq 0.100$ 、 $0.100 < e < 0.470$ 、 $0.75 \leq b/a \leq 1.25$ 、 $0.75 \leq e/(c+d) \leq 1.25$ 、 $a+b+c+d+e=1$ ) で表され、かつ $LnAlO_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ ) 及び/又は $MBaTiO_3$  の固溶体からなるペロブスカイト型結晶相を主結晶相とする誘電体磁器を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】金属元素として少なくとも希土類元素（Ln）、Al、SrあるいはSrとCa、およびTiを含む複合酸化物からなり、前記金属元素によるモル比による組成式を



（但し、Mは、Sr、あるいはSrとCa、 $3 \leq x \leq 4$ ）で表した時、前記a、b、c、d、eが、

$$0.056 \leq a \leq 0.450$$

$$0.056 \leq b \leq 0.450$$

$$0.100 \leq c \leq 0.500$$

$$0 \leq d \leq 0.100$$

$$0.100 < e < 0.470$$

$$0.75 \leq b/a \leq 1.25$$

$$0.75 \leq e/(c+d) \leq 1.25$$

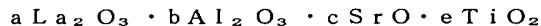
$$a+b+c+d+e=1$$

を満足するとともに、ペロブスカイト型結晶相を主結晶相とすることを特徴とする誘電体磁器組成物。

【請求項2】実質的にペロブスカイト型結晶相のみからなることを特徴とする請求項1記載の誘電体磁器組成物。

【請求項3】前記ペロブスカイト型結晶相が、少なくともLnAlO<sub>(x+3)/2</sub>（ $3 \leq x \leq 4$ ）と、RTiO<sub>3</sub>（Rは、少なくともSrを含むアルカリ土類元素）との固溶体からなることを特徴とする請求項1記載の誘電体磁器組成物。

【請求項4】金属元素として少なくともLa、Al、Sr及びTiを含む複合酸化物からなり、モル比による組成式を



で表した時、前記a、b、c、eが、

$$0.1061 \leq a \leq 0.2162$$

$$0.1050 \leq b \leq 0.2086$$

$$0.3040 \leq c \leq 0.4185$$

$$0.2747 \leq e \leq 0.4373$$

$$0.75 \leq b/a \leq 1.25$$

$$0.75 \leq e/c \leq 1.25$$

$$a+b+c+e=1$$

を満足する請求項1記載の誘電体磁器組成物。

【請求項5】LnAlO<sub>(x+3)/2</sub>（Ln：希土類元素、 $3 \leq x \leq 4$ ）を主結晶相とする仮焼粉末と、RTiO<sub>3</sub>（Rは、少なくともSrを含むアルカリ土類元素）を主結晶相とする仮焼粉末とを混合し、成形した後、焼成することを特徴とする誘電体磁器の製造方法。

【請求項6】一対の入出力端子間に誘電体磁器を配置してなり、電磁界結合により作動する誘電体共振器において、前記誘電体磁器が、請求項1乃至請求項4のいずれか記載の誘電体磁器組成物からなることを特徴とする誘電体共振器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロ波、ミリ波等の高周波領域において、比誘電率 $\epsilon_r$ 、共振器の先鋭度Q値、温度係数 $\tau_f$ を安定に制御し、製造上特性のばらつきの小さい誘電体磁器組成物及び誘電体共振器に関し、例えば前記高周波領域において使用される種々の共振器用材料やMIC（Monolithic IC）用誘電体基板材料、誘電体導波路用材料や積層型セラミックコンデンサ等を使用される誘電体磁器組成物、誘電体磁器の製造方法及び誘電体共振器に関する。

## 【0002】

【従来の技術】誘電体磁器は、マイクロ波やミリ波等の高周波領域において、誘電体共振器、MIC用誘電体基板や導波路等に広く利用されている。その要求される特性としては、（1）誘電体中では伝搬する電磁波の波長が $1/\epsilon_r^{1/2}$ に短縮されるので、小型化の要求に対して比誘電率が大きいこと、（2）高周波領域での誘電損失が小さいこと、すなわち高Q値であること、（3）共振周波数の温度に対する変化が小さいこと、即ち比誘電率 $\epsilon_r$ の温度依存性が小さく且つ安定であること、以上の3特性が主として挙げられる。

【0003】これらを満たすものとして、本出願人は、先に希土類元素（Ln）、Al、CaおよびTiを含む複合酸化物からなる比誘電率が34～46と高く、Q値が20000以上の誘電体磁器組成物を提案した（特開平6-76633号公報参照）。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記LnAlCaTi系誘電体磁器組成物では、高比誘電率、高Q値を有するものの、その製造工程において比誘電率 $\epsilon_r$ 、Q値及び共振周波数の温度係数 $\tau_f$ の値がばらつき、これらを安定に制御することが困難であるという課題があった。

【0005】本発明は、上記事情に鑑みて完成されたもので、その目的は比誘電率 $\epsilon_r$ が大きく、高Q値であり、かつ比誘電率 $\epsilon_r$ 、Q値及び共振周波数の温度係数 $\tau_f$ の値のばらつきが小さく、安定に制御することができる誘電体磁器組成物、誘電体磁器の製造方法及び誘電体共振器を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の誘電体磁器組成物は、金属元素として少なくとも希土類元素（Ln）、Al、SrあるいはSrおよびCa、およびTiを含む複合酸化物からなり、前記金属元素によるモル比による組成式が $aLn_2O_x \cdot bAl_2O_3 \cdot cMO \cdot dBaO \cdot eTiO_2$ （但し、Mは、Sr、あるいはSrとCa、 $3 \leq x \leq 4$ ）で表され、かつペロブスカイト型結晶相を主結晶相とするものである。

【0007】なお、上記組成式における前記a、b、

c、d、eは、  
 $0.056 \leq a \leq 0.450$   
 $0.056 \leq b \leq 0.450$   
 $0.100 \leq c \leq 0.500$   
 $0 \leq d \leq 0.100$   
 $0.100 < e < 0.470$   
 $0.75 \leq b/a \leq 1.25$   
 $0.75 \leq e/(c+d) \leq 1.25$   
 $a+b+c+d+e=1$

を満足するものである。

【0008】また、上記の誘電体磁器組成物において、特に、金属元素として少なくともLa、Al、Sr及びTiを含有する複合酸化物からなり、モル比による組成式が $aLa_2O_3 \cdot bAl_2O_3 \cdot cSrO \cdot eTiO_2$ で表され、上記組成式における前記a、b、c、eが、

$0.1061 \leq a \leq 0.2162$   
 $0.1050 \leq b \leq 0.2086$   
 $0.3040 \leq c \leq 0.4185$   
 $0.2747 \leq e \leq 0.4373$   
 $0.75 \leq b/a \leq 1.25$   
 $0.75 \leq e/c \leq 1.25$   
 $a+b+c+e=1$

を満足することが望ましい。

【0009】なお、上記の誘電体磁器組成物においては、ペロブスカイト型結晶相の単一結晶相からなることが望ましく、さらに、このペロブスカイト型結晶相が、少なくとも $LnAlO_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ )と、 $R TiO_3$  (Rは、少なくともSrを含むアルカリ土類元素)との固溶体からなることが望ましい。

【0010】また、本発明の誘電体磁器の製造方法は、 $LnAlO_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ )を主結晶相とする仮焼粉末と、 $R TiO_3$  (Rは、少なくともSrを含むアルカリ土類元素)を主結晶相とする仮焼粉末とを混合し、成形した後、焼成することを特徴とするものである。

【0011】さらに、本発明の誘電体共振器は、一對の入出力端子間に誘電体磁器を配置してなり、電磁界結合により作動する誘電体共振器において、前記誘電体磁器が、上記誘電体磁器組成物からなるものである。

【0012】

【作用】本発明の誘電体磁器組成物によれば、比誘電率 $\epsilon_r$ が大きく、高Q値であり、かつ、比誘電率 $\epsilon_r$ 、Q値及び共振周波数の温度係数 $\tau_f$ の値のばらつきが小さく、安定に制御することができる磁器を得ることができる。さらに上記のように金属元素として少なくともLa、Al、Sr及びTiを含有する複合酸化物からなり、かつ $LaAlO_3$ と $SrTiO_3$ の固溶体を主結晶相とする誘電体磁器組成物によれば、さらに高Q値を得ることができる。

【0013】また、 $LnAlO_{(x+3)/2}$  ( $Ln$ :希土類元素、 $3 \leq x \leq 4$ )を主結晶相とする仮焼粉末と、 $R TiO_3$  (Rは、少なくともSrを含むアルカリ土類元素)を主結晶相とする仮焼粉末とを混合し、成形した後、焼成することによって、上記仮焼粉末同時の固溶を促進することができる結果、実質的にペロブスカイト型( $ABO_3$ )の複合酸化物結晶相による単一結晶相からなる誘電体磁器を得ることができる。

【0014】さらに、本発明によれば、一對の入出力端子間に誘電体磁器を配置してなり、電磁界結合により作動する誘電体共振器において、前記誘電体磁器を上記誘電体磁器組成物によって構成することによって、無負荷Qと共振周波数の安定性に優れた共振器を提供することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明における誘電体磁器組成物によれば、誘電体特性のばらつきを小さくするためには、誘電体磁器組成物中の主結晶相を制御することが重要であるとの観点に基づくものである。なお、本発明の磁器組成物は、粉末であっても、特定形状に成形後、焼成されたバルク体(磁器)であってもよい。

【0016】即ち、本発明の誘電体磁器組成物は、少なくとも希土類元素( $Ln$ )と、Alと、SrまたはSrとCaと、Tiとを含有する複合酸化物からなるものであり、ペロブスカイト型結晶相を主結晶相とするものである。

【0017】上記主結晶相は、磁器組成物をX線回折で分析することによって測定することができる。本発明において、ペロブスカイト型結晶相を主結晶相とすると、X線回折による前記固溶体からなる結晶相の主ピークが、他の結晶相の主ピークよりも高いことを意味し、特に、実質的に、上記ペロブスカイト型結晶相のみからなることが望ましい。特に、このペロブスカイト型結晶相は、少なくとも $LnAlO_{(x+3)/2}$  ( $3 \leq x \leq 4$ )と、 $R TiO_3$  (Rは、少なくともSrを含むアルカリ土類元素)との固溶体からなる( $Ln$ , R) ( $Al$ , Ti) $O_3$ で表されるものであることが望ましい。

【0018】上記誘電体磁器組成物においては、前記金属元素の酸化物のモル比による組成式

$aLn_2O_x \cdot bAl_2O_3 \cdot cMO \cdot dBaO \cdot eTiO_2$

(Mは、Sr、あるいはSrとCa)で表した時、前記a、b、c、d、eが、

$0.056 \leq a \leq 0.450$   
 $0.056 \leq b \leq 0.450$   
 $0.100 \leq c \leq 0.500$   
 $0 \leq d \leq 0.100$   
 $0.100 < e < 0.470$   
 $0.75 \leq b/a \leq 1.25$

50  $0.75 \leq e/(c+d) \leq 1.25$

$$a + b + c + d + e = 1$$

であることが重要である。

【0019】各金属元素量を上記の範囲に限定した理由は以下の通りである。即ち、 $0.056 \leq a \leq 0.450$ としたのは、 $a < 0.056$ の場合は $\tau f$ が正に大きくなったり、Q値が低下したりするからであり、 $a > 0.450$ の場合は比誘電率 $\epsilon_r$ が低下したり、Q値が低下したり、 $\tau f$ が負に大きくなったりするからである。特に、 $0.078 \leq a \leq 0.325$ が好ましい。

【0020】 $0.056 \leq b \leq 0.450$ としたのは、 $b < 0.056$ の場合はQ値が低下したり、 $\tau f$ が正に大きくなるからであり、 $b > 0.450$ の場合はQ値が低下するためである。特に、 $0.078 \leq b \leq 0.325$ が好ましい。

【0021】 $0.100 \leq c \leq 0.500$ としたのは、 $c < 0.100$ の場合はQ値が低下したり、 $\tau f$ が負に大きくなったりするからであり、 $c > 0.500$ の場合は $\tau f$ が正に大きくなったり、Q値が低下したりするからである。特に、 $0.250 \leq c \leq 0.47$ が好ましい。

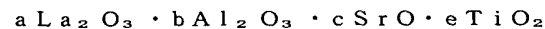
【0022】 $0 \leq d \leq 0.100$ としたのは、 $d > 0.100$ であるとQ値が低下するからである。

【0023】 $0.100 < e < 0.470$ としたのは、 $e \leq 0.100$ の場合は $\tau f$ が負に大きくなったり、Q値が低下したりするからであり、 $e \geq 0.470$ の場合は $\tau f$ が正に大きくなったり、Q値が低下したりするからである。特に、 $0.250 \leq e \leq 0.422$ が好ましい。

【0024】 $0.75 \leq b/a \leq 1.25$ としたのは、 $b/a < 0.75$ であるとQ値が低下するからであり、 $b/a > 1.25$ であるとQ値が低下するからである。特に、 $0.80 \leq b/a \leq 1.20$ が望ましい。

【0025】 $0.75 \leq e/(c+d) \leq 1.25$ としたのは、 $e/(c+d) < 0.75$ であるとQ値が低下するからであり、 $e/(c+d) > 1.25$ であるとQ値が低下するからである。特に $0.80 \leq e/(c+d) \leq 1.20$ が望ましい。

【0026】本発明によれば、上記の誘電体磁器組成物において、金属元素として少なくともLa、Al、Sr及びTiを含有する複合酸化物からなり、モル比による組成式を



で表した時、前記a、b、c、eが、

$$0.1061 \leq a \leq 0.2162$$

$$0.1050 \leq b \leq 0.2086$$

$$0.3040 \leq c \leq 0.4185$$

$$0.2747 \leq e \leq 0.4373$$

$$0.75 \leq b/a \leq 1.25$$

$$0.75 \leq e/c \leq 1.25$$

$$a + b + c + e = 1$$

を満足するとともに、 $\text{LaAlO}_3$ と $\text{SrTiO}_3$ との固溶体を主結晶相とする場合には、さらに高いQ値を達成することができる。

【0027】かくして、本発明の誘電体磁器組成物は、比誘電率 $\epsilon_r$ が大きく、高Q値であり、かつ、比誘電率 $\epsilon_r$ 、Q値及び共振周波数の温度係数 $\tau f$ の値のばらつきが小さく、安定に制御可能なものとなるという作用効果を有する。

【0028】本発明の誘電体磁器の製造方法としては、誘電体磁器を形成する複数の金属元素の酸化物粉末を所定の割合で添加混合した後、それを成形し、焼成する方法（第1の製造方法）、誘電体磁器を形成する複数の金属元素の酸化物粉末を組み合わせる混合した混合物を一旦仮焼、粉碎した後、それらを再度混合し、成形、焼成する方法（第2の製造方法）がある。

【0029】本発明によれば、特に、誘電体磁器における金属酸化物の固溶化を促進し、結晶相の単一化を図る上で、前記第2の製造方法を採用することが望ましい。

【0030】即ち、希土類元素及びAlを含有する $\text{LnAlO}_{(x+3)/2}$ （ $3 \leq x \leq 4$ ）を主結晶相とする仮焼粉末と、 $\text{RTiO}_3$ （Rは、少なくともSrを含有するアルカリ土類元素）を主結晶相とする仮焼粉末とを混合し、成形した後、焼成する。つまり、希土類元素酸化物とAlの酸化物との混合物を仮焼、粉碎した仮焼粉末と、 $\text{SrO}$ を少なくとも含むアルカリ土類金属酸化物と $\text{TiO}_2$ との混合物を仮焼、粉碎した仮焼粉末とを、混合し、所定形状に成形後、焼成する。

【0031】かかる製造方法によって、上記の $\text{LnAlO}_{(x+3)/2}$ と、 $\text{RTiO}_3$ （Rは、少なくともSrを含有するアルカリ土類元素）との固溶体、即ち、 $(\text{Ln}, \text{R})(\text{Al}, \text{Ti})\text{O}_3$ で表されるペロブスカイト型結晶を主結晶相とする、 $\epsilon_r$ 、Q値及び $\tau f$ の特性値のばらつきの小さい誘電体磁器を得ることができる。なお、アルカリ土類元素としては、Sr以外に、Ca、Baが挙げられる。

【0032】本発明の製造方法によって、上記特性値のばらつきを小さくできる理由は以下のように考えられる。

【0033】一般に、誘電体磁器組成物の素原料には不純物や水等が含まれている。しかも、製造工程中で溶媒にイオンとして溶出したり、スラリー中で沈降したり、スプレードライ中に重い元素が排出されたりすることによって、組成変化が生じる。そのため、いくら高精度に調査しても、Ln、Al、Sr、Ca、Ba、Tiの各成分の比率を正確に制御することは困難であり、これにより特性値にばらつきが生じる。

【0034】これに対し、第2の製造方法では、上記の組み合わせによって作製された仮焼粉末を混合することによって、各成分の比率を高精度に制御することがで

50 き、その結果、特性値のばらつきを小さくすることがで

きるものと推察される。

【0035】誘電体磁器の上記第2の製造方法は、より具体的には、以下の工程(1)～(6)から成る。

【0036】(1)出発原料として、高純度の、少なくとも1種の希土類元素(Ln)酸化物( $Ln_2O_3$ )、酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ )の各粉末を用いて、これを所定の割合、特に $0.75 \leq Al_2O_3 / Ln_2O_3 \leq 1.25$ となるように秤量後、純水を加え、この混合原料の平均粒径が $2.0 \mu m$ 以下となるまで1～100時間、ジルコニアボール等を使用したボールミルにより湿式混合及び粉砕を行う。

【0037】(2)この混合物を乾燥後、1000～1300℃で1～10時間仮焼後、粉砕して、 $LnAlO_{(x+3)/2}$  (Ln:希土類元素、 $3 \leq x \leq 4$ )を主結晶相とする仮焼粉末を得る。

【0038】(3)同様に、炭酸カルシウム、炭酸ストロンチウム、炭酸バリウムなどの熱処理によってアルカリ土類(R)の酸化物(RO)を生成し得るアルカリ土類金属の炭酸塩、及び酸化チタン( $TiO_2$ )の各粉末を用いて、前述したような所望の割合、特に、 $0.75 \leq TiO_2 / RO \leq 1.25$ となるように秤量後、純水を加え、混合原料の平均粒径が $2.0 \mu m$ 以下となるまで1～100時間、ジルコニアボール等を使用したボールミルにより湿式混合及び粉砕を行う。

【0039】(4)この混合物を乾燥後、1000～1300℃で1～10時間仮焼後、粉砕して、 $RTiO_3$  (Rは、少なくともSrを含有するアルカリ土類元素)を主結晶相とする仮焼粉末を得る。

【0040】(5)次に、得られた $LnAlO_{(x+3)/2}$ を主結晶相とする仮焼粉末と、 $RTiO_3$ を主結晶相とする仮焼粉末を所定の割合で混合し、この混合原料の平均粒径が $2.0 \mu m$ 以下となるまで1～100時間、ジルコニアボール等を使用したボールミルにより湿式混合及び粉砕を行う。

【0041】(6)更に、3～10重量%の成形用の有機バインダーを加えてから脱水し、その後、公知の例えばスプレードライ法等により造粒または整粒し、得られた造粒体又は整粒粉体を公知の例えば金型プレス法、冷間静水圧プレス法、押し出し成形法等により任意の形状に成形する。

【0042】(7)上記のようにして作製した成形体を1400～1700℃の温度で1～10時間大気中において焼成することにより、 $LnAlO_{(x+3)/2}$ 、 $RTiO_3$  (Rは、少なくともSrを含有するアルカリ土類元素)との固溶体を主結晶相とする誘電体磁器を作製することができる。

【0043】特に、上記の第2の製造方法によれば、実質的に結晶相が $LnAlO_{(x+3)/2}$ と、 $RTiO_3$  (Rは、少なくともSrを含むアルカリ土類金属)との固溶体からなる(Ln、R)(Al、Ti) $O_3$ からなるべ

ロブスカイト型結晶相による単一相から構成されることにより、比誘電率 $\epsilon_r$ 、Q値、 $\tau_f$ の安定性に優れた誘電体磁器を作製できる。

【0044】本発明において、用いられる希土類元素(Ln)としては、Y、La、Ce、Pr、Sm、Eu、Gd、Dy、Er、Yb、Nd等である。これらの希土類元素(Ln)の酸化物の形態としては、 $Ln_2O_x$  ( $3 \leq x \leq 4$ )のものが挙げられる。希土類元素としては、特に、Y、La、Sm、Gd、Dy、Er、Yb、Ndが好ましく、さらには、La、Ndが特に望ましい。

【0045】更に、本発明の誘電体磁器組成物によれば、上記の誘電体磁器組成物を主成分として、これに $ZnO$ 、 $NiO$ 、 $SnO_2$ 、 $Co_3O_4$ 、 $ZrO_2$ 、 $WO_3$ 、 $LiCO_3$ 、 $Rb_2CO_3$ 、 $Sc_2O_3$ 、 $V_2O_5$ 、 $CuO$ 、 $SiO_2$ 、 $MgCO_3$ 、 $Cr_2O_3$ 、 $B_2O_3$ 、 $GeO_2$ 、 $Sb_2O_5$ 、 $Nb_2O_5$ 、 $Ta_2O_5$ 等を添加しても良い。これらは、その添加成分にもよるが、主成分100重量部に対して6重量部以下の割合で添加することができる。

【0046】また、本発明の誘電体磁器組成物は、特に誘電体共振器の誘電体磁器として最も好適に用いられる。図1に、TEモード型の誘電体共振器の概略図を示した。図1の誘電体共振器は、金属ケース1内壁の相対する両側に入力端子2及び出力端子3を設け、これらの入出力端子2、3の間に上記誘電体磁器組成物からなる誘電体磁器4を配置して構成される。このようなTEモード型誘電体共振器は、入力端子2からマイクロ波が入力され、マイクロ波は誘電体磁器4と自由空間との境界の反射によって誘電体磁器4内に閉じこめられ、特定の周波数で共振を起こす。この信号が出力端子3と電磁界結合して出力される。

【0047】また、図示しないが、本発明の誘電体磁器組成物を、TEMモードを用いた同軸型共振器やストリップ線路共振器、TMモードの誘電体磁器共振器、その他の共振器に適用して良いことは勿論である。更には、入力端子2及び出力端子3を誘電体磁器4に直接設けても誘電体共振器を構成できる。

【0048】上記誘電体磁器4は、本発明の誘電体磁器組成物からなる所定形状の共振媒体であるが、その形状は直方体、立方体、板状体、円板、円柱、多角柱、その他共振が可能な立体形状であればよい。また、入力される高周波信号の周波数は100MHz～300GHz程度であり、共振周波数としては200MHz～100GHz程度が実用上好ましい。

【0049】かくして、本発明の誘電体共振器は、上記誘電体磁器組成物を用いることにより、無負荷Q、共振周波数の安定性、共振周波数の温度安定性を向上することができる。

【0050】尚、本発明は上記実施形態に限定されるも

のではなく、本発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更は何等差し支えない。

#### 【0051】

【実施例】（実施例1）前述した第2の製造方法に基づき、以下の工程（1）～（7）で誘電体磁器を作製した。

【0052】（1）出発原料として純度99%以上の希土類元素（Ln）酸化物 $Ln_2O_x$ （ $3 \leq x \leq 4$ ）、具体的には $Y_2O_3$ 、 $La_2O_3$ 、 $CeO_2$ 、 $Pr_6O_{11}$ 、 $Sm_2O_3$ 、 $Eu_2O_3$ 、 $Gd_2O_3$ 、 $Dy_2O_3$ 、 $Er_2O_3$ 、 $Yb_2O_3$ 、 $Nd_2O_3$ の各粉末と、酸化アルミニウム（ $Al_2O_3$ ）の粉末を用い、それらを表1のモル比の割合となるように秤量後、純水を加え混合し、この混合原料の平均粒径が $2.0\mu m$ 以下となるまで、ボールミルにより約20時間湿式混合し、粉碎を行った。

【0053】（2）この混合物を乾燥後、 $1200^\circ C$ で2時間仮焼後、粉碎して、平均粒径が $0.4 \sim 1.5\mu m$ の $LnAlO_{(x+3)/2}$ （ $3 \leq x \leq 4$ ）を主結晶相とする仮焼粉末Aを得た。

【0054】（3）同様に、炭酸カルシウム（ $CaCO_3$ ）、炭酸ストロンチウム（ $SrCO_3$ ）、炭酸バリウム（ $BaCO_3$ ）、酸化チタン（ $TiO_2$ ）の各粉末を用い、それらを表1のモル比の割合となるように秤量後、純水を加え混合し、この混合原料の平均粒径が $2.0\mu m$ 以下となるまで、ボールミルにより約20時間湿式混合し、粉碎を行った。

【0055】（4）この混合物を乾燥後、 $1200^\circ C$ で2時間仮焼後、粉碎して、平均粒径が $2.5 \sim 10\mu m$ の $RTiO_3$ （Rは、少なくともSrを含有するアルカリ土類元素）を主結晶相とする仮焼粉末Bを得た。

【0056】（5）上記（2）の仮焼粉末Aと、上記（4）の仮焼粉末Bとを混合物に純水を加え混合し、この混合原料の平均粒径が $2.0\mu m$ 以下となるまで、ボールミルにより約20時間湿式混合し、粉碎を行った。

【0057】（6）更に、得られたスラリーに5重量%の成形用有機バインダを加え、スプレードライにより整粒した。

【0058】（7）得られた整粒粉末を約 $1\text{ ton/c}$

$m^2$ の圧力で円板状に成形し、 $1400 \sim 1700^\circ C$ の温度で2時間大気中において焼成して誘電体磁器を作製した。得られた磁器に対して、X線回折測定を行った結果、いずれも $LnAlO_{(x+3)/2}$ 及び $RTiO_3$ の固溶体からなるペロブスカイト型結晶相を主結晶相とするものであった。

【0059】そして、得られた磁器の円板部（主面）を平面研磨し、アセトン中で超音波洗浄し、 $150^\circ C$ で1時間乾燥した後、円柱共振器法により測定周波数 $3.5 \sim 4.5\text{ GHz}$ で比誘電率 $\epsilon_r$ 、Q値、共振周波数の温度係数 $\tau f$ を各30個測定し平均値を計算した。Q値は、マイクロ波誘電体において一般に成立する（Q値） $\times$ （測定周波数 $f$ ）＝（一定）の関係から、 $1\text{ GHz}$ でのQ値に換算した。共振周波数の温度係数 $\tau f$ は、 $-40 \sim 85^\circ C$ の範囲で測定した。

【0060】上記と同じ出発原料を用いて上記と同じ実験を30回行ない、各ロットの比誘電率 $\epsilon_r$ 、Q値、共振周波数の温度係数 $\tau f$ の平均値を用いて、30ロットの比誘電率 $\epsilon_r$ 、Q値、共振周波数の温度係数 $\tau f$ のそれぞれの標準偏差 $\sigma$ を、 $\sigma = \{\sum (w - y)^2 / (n - 1)\}^{1/2}$ によって計算した。

【0061】ここで、 $w$ は各ロットの30個の試料の $\epsilon_r$ の平均値、又はQ値の平均値、又は $\tau f$ の平均値、 $y$ は各ロットの $\epsilon_r$ の平均値の合計を30で割った値、又は各ロットのQ値の平均値の合計を30で割った値、又は各ロットの $\tau f$ の平均値の合計を30で割った値であり、 $n = 30$ とした。結果を表1～表3に示す。

【0062】一方、比較例として、希土類元素酸化物 $Ln_2O_x$ （ $3 \leq x \leq 4$ ）、酸化アルミニウム（ $Al_2O_3$ ）、炭酸カルシウム（ $CaCO_3$ ）、炭酸ストロンチウム（ $SrCO_3$ ）、炭酸バリウム（ $BaCO_3$ ）、酸化チタン（ $TiO_2$ ）の各粉末を同時に混合し、粉碎、乾燥、仮焼、整粒、焼成、研磨して、誘電体磁器を作製し、得られた誘電体磁器についても同様の試験を行った。結果は、表2の試料No. 40～55、表3の試料No. 83～87に示した。

#### 【0063】

【表1】

試料 No.	希土類元素 の比率	CeとSrとの比 率		Ln <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MO	BaO	TiO <sub>2</sub>	b/a	e/(c+d)	平均値		標準偏差σ	
		Ce	Sr								εr	Q値	εr	Q値
1 Y		0.00	1.00	0.0900	0.0800	0.4300	0.0100	0.4000	1.000	0.909	44.6	28000	24.9	2800
2 0.1Y-0.9Nd		0.50	0.50	0.1240	0.1300	0.3730	0.0000	0.3730	1.048	1.000	34.8	48000	-28.1	2100
3 La		0.80	0.20	0.2250	0.2250	0.2750	0.0000	0.2750	1.000	1.000	40.0	50000	1.0	2200
4 Nd		0.40	0.60	0.1250	0.1250	0.3137	0.0193	0.4160	1.008	1.249	35.8	22000	-17.5	2600
5 0.1La-0.9Nd		0.90	0.10	0.1250	0.1250	0.4170	0.0000	0.3330	1.000	0.789	42.2	48000	-15.4	2500
6 0.5La-0.5Nd		0.30	0.70	0.3500	0.3500	0.1500	0.0000	0.1500	1.000	1.000	32.4	59000	-27.2	2900
7 Ce		0.50	0.50	0.1139	0.1061	0.3300	0.1000	0.3500	0.932	0.814	38.9	30000	-1.8	27
8 0.1Ce-0.9Nd		0.50	0.50	0.0881	0.0881	0.3119	0.1000	0.4119	1.000	1.000	42.4	29000	10.6	29
9 Pr		0.10	0.90	0.0560	0.0650	0.4954	0.0000	0.3838	1.161	0.774	45.9	45000	28.7	20
10 0.1Pr-0.9Nd		0.50	0.50	0.0941	0.1009	0.4600	0.0000	0.3450	1.072	0.750	40.6	21000	27.5	24
11 0.5Pr-0.5Nd		0.70	0.30	0.0770	0.0770	0.4200	0.0100	0.4160	1.000	0.987	46.8	42000	28.6	22
12 Sm		0.20	0.80	0.0700	0.0560	0.4240	0.0000	0.4500	0.800	1.061	47.9	21000	20.4	22
13 0.1Sm-0.9Nd		0.80	0.20	0.1320	0.1600	0.3270	0.0000	0.3810	1.212	1.165	45.2	50000	-5.4	25
14 0.5Sm-0.5Nd		0.50	0.50	0.1071	0.1090	0.3539	0.0000	0.4300	1.018	1.215	37.8	42000	10.3	29
15 Eu		0.50	0.50	0.0600	0.0600	0.5000	0.0000	0.3800	1.000	0.760	37.0	22000	15.4	30
16 0.1Eu-0.9Nd		0.40	0.60	0.1400	0.1750	0.3350	0.0200	0.3300	1.250	0.930	34.1	25000	-15.6	24
17 Gd		0.20	0.80	0.0600	0.0600	0.4105	0.0000	0.4695	1.000	1.144	34.3	24000	18.1	21
18 0.1Gd-0.9Nd		0.80	0.20	0.0780	0.0780	0.4220	0.0000	0.4220	1.000	1.000	42.5	52000	20.4	28
19 Dy		0.50	0.50	0.1166	0.1166	0.4267	0.0001	0.3400	1.000	0.797	40.9	56000	0.0	24
20 0.1Dy-0.9Nd		0.40	0.60	0.1098	0.1098	0.3902	0.0000	0.3902	1.000	1.000	39.4	54000	1.0	22
21 0.5Dy-0.5Nd		0.99	0.01	0.0790	0.0790	0.4610	0.0100	0.3710	1.000	0.788	33.8	51000	1.4	22
22 Er		0.50	0.50	0.0881	0.0881	0.4119	0.0000	0.4119	1.000	1.000	45.8	30000	26.8	28
23 0.1Er-0.9Nd		0.40	0.60	0.1072	0.1072	0.4376	0.0000	0.3480	1.000	0.795	37.5	51000	2.9	27
24 Yb		0.80	0.20	0.0884	0.0884	0.4100	0.0500	0.3632	1.000	0.790	41.5	30000	20.1	23
25 0.1Yb-0.9Nd		0.50	0.50	0.1700	0.1700	0.3270	0.0000	0.3270	1.035	1.000	38.7	52000	-3.6	25
26 0.9Nd-0.1La		0.30	0.70	0.4500	0.3380	0.1050	0.0000	0.1070	0.761	1.019	31.8	26000	27.9	24
27 0.5Nd-0.5La		0.40	0.60	0.3558	0.4440	0.1001	0.0000	0.1001	1.248	1.000	31.4	28000	-29.9	20
28 0.9Nd-0.1La		0.50	0.50	0.1500	0.1500	0.2500	0.1000	0.3500	1.000	1.000	43.8	31000	-4.5	30



試料 No.	希土類元素 の比率	CaとSrとの 比率		Ln <sub>2</sub> O <sub>3</sub> a	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> b	MO c	BaO d	TiO <sub>2</sub> e	b/a	e/(c+d)	平均値		標準偏差σ	
		Ca	Sr								εr	Q値	τf ppm/°C	εr
*29 Y		0.10	0.90	0.0500	0.0600	0.4000	0.1000	0.3900	1.200	0.780	34.5	12000	34.5	—
*30 La		0.20	0.80	0.4550	0.3440	0.1005	0.0001	0.1004	0.756	0.998	25.5	8000	—	—
*31 Sm		0.30	0.70	0.0680	0.0500	0.3850	0.1000	0.3990	0.758	0.823	28.5	9000	—	—
*32 Dy		0.50	0.50	0.3100	0.3100	0.0800	0.1000	0.2000	1.000	1.111	24.8	12000	—	—
*33 Ce		0.60	0.40	0.0570	0.0575	0.5060	0.0010	0.3795	1.009	0.750	29.0	5000	—	—
*34 Eu		0.70	0.30	0.4000	0.4000	0.0800	0.0300	0.0900	1.000	0.818	26.4	8000	—	—
*35 Er		0.80	0.20	0.0675	0.0675	0.2850	0.1000	0.4800	1.000	1.247	33.5	9000	—	—
*36 0.5Nd+0.5La		0.90	0.10	0.1600	0.0900	0.3220	0.0500	0.3780	0.563	1.016	30.4	2000	—	—
*37 0.9Nd+0.1La		0.10	0.90	0.1500	0.2600	0.2930	0.0020	0.2950	1.733	1.000	29.4	3000	—	—
*38 0.5Nd+0.5La		0.20	0.80	0.2500	0.2400	0.1880	0.0020	0.3200	0.980	1.684	25.1	3000	—	—
*39 0.1Nd+0.9La		0.30	0.70	0.1600	0.1300	0.4200	0.0400	0.2500	0.813	0.543	28.6	2000	—	—
*40 0.1Y+0.9Nd		0.50	0.50	0.1240	0.1300	0.3730	0.0000	0.3730	1.048	1.000	34.8	48000	—	—
*41 La		0.80	0.20	0.2250	0.2250	0.2750	0.0000	0.2750	1.000	1.000	40.0	50000	—	—
*42 0.1La+0.9Nd		0.90	0.10	0.1250	0.1250	0.4170	0.0000	0.3330	1.000	0.799	42.2	48000	—	—
*43 0.5La+0.5Nd		0.30	0.70	0.3500	0.3500	0.1500	0.0000	0.1500	1.000	1.000	32.4	59000	—	—
*44 Ce		0.50	0.50	0.1139	0.1061	0.3300	0.1000	0.3500	0.932	0.814	38.9	30000	—	—
*45 0.1Pr+0.9Nd		0.50	0.50	0.0941	0.1009	0.4600	0.0000	0.3450	1.072	0.750	40.6	21000	—	—
*46 0.5Pr+0.5Nd		0.70	0.30	0.0770	0.0770	0.4200	0.0100	0.4160	1.000	0.967	46.8	42000	—	—
*47 0.1Sm+0.9Nd		0.60	0.40	0.1320	0.1600	0.3270	0.0000	0.3810	1.212	1.165	45.2	50000	—	—
*48 0.5Sm+0.5Nd		0.50	0.50	0.1071	0.1090	0.3539	0.0000	0.4300	1.018	1.215	37.8	42000	—	—
*49 0.1Gd+0.9Nd		0.80	0.20	0.0780	0.0780	0.4220	0.0000	0.4220	1.000	1.000	42.5	52000	—	—
*50 Dy		0.50	0.50	0.1166	0.1166	0.4267	0.0001	0.3400	1.000	0.797	40.9	58000	—	—
*51 0.1Dy+0.9Nd		0.40	0.60	0.1098	0.1098	0.3902	0.0000	0.3902	1.000	1.000	39.4	54000	—	—
*52 Er		0.50	0.50	0.0981	0.0981	0.4119	0.0000	0.4119	1.000	1.000	45.8	30000	—	—
*53 0.1Er+0.9Nd		0.40	0.60	0.1072	0.1072	0.4376	0.0000	0.3480	1.000	0.795	37.5	51000	—	—
*54 Yb		0.80	0.20	0.0884	0.0884	0.4100	0.0500	0.3632	1.000	0.790	41.5	30000	—	—
*55 0.1Yb+0.9Nd		0.50	0.50	0.1700	0.1760	0.3270	0.0000	0.3270	1.035	1.000	38.7	52000	—	—
											3.6	143	3600	2.27

\*を付けた試料番号は本発明の請求範囲外のものである。

試料 NO	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub> a	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> b	SrO c	TiO <sub>2</sub> e	b/a	e/c	平均値			標準偏差σ		
							ε <sub>r</sub>	Q <sub>f</sub>	τ <sub>f</sub>	ε <sub>r</sub>	Q <sub>f</sub>	τ <sub>f</sub>
56	0.1623	0.1623	0.3377	0.3377	1.0000	1.0000	37	72000	-12	0.28	2100	0.55
57	0.1307	0.1597	0.3548	0.3548	1.2219	1.0000	38	45000	5	0.26	2900	0.57
58	0.2105	0.1688	0.3460	0.2747	0.8019	0.7839	31	51000	-28	0.24	2200	0.58
59	0.1382	0.1438	0.3769	0.3411	1.0405	0.9050	38	55000	2	0.28	2800	0.64
60	0.1707	0.2086	0.3460	0.2747	1.2220	0.7839	33	57000	-23	0.29	3000	0.61
61	0.1061	0.1061	0.3939	0.3939	1.0000	1.0000	45	48000	30	0.27	2500	0.60
62	0.1801	0.1444	0.3040	0.3715	0.8018	1.2220	38	54000	-5	0.28	2700	0.59
63	0.1452	0.1452	0.3958	0.3140	1.0000	0.7837	34	40500	-8	0.23	2200	0.56
64	0.1163	0.1259	0.4092	0.3486	1.0825	0.8519	38	52100	21	0.29	2800	0.59
65	0.1211	0.1211	0.3789	0.3789	1.0000	1.0000	43	55000	17	0.22	2800	0.57
66	0.1276	0.1383	0.3597	0.3744	1.0839	1.0409	43	44000	11	0.30	2900	0.57
67	0.2162	0.1631	0.3041	0.3166	0.7543	1.0411	35	43600	-21	0.30	2800	0.60
68	0.1410	0.1410	0.3590	0.3590	1.0000	1.0000	39	68500	1	0.28	3000	0.53
69	0.1707	0.2086	0.3166	0.3041	1.2220	0.9605	32	44000	-18	0.23	2200	0.51
70	0.1071	0.1050	0.3506	0.4373	0.9804	1.2473	46	40800	29	0.30	2900	0.59
71	0.1125	0.1375	0.4125	0.3375	1.2222	0.8181	35	45000	18	0.30	2800	0.60
72	0.1515	0.1143	0.4185	0.3157	0.7545	0.7544	35	58000	3	0.22	2300	0.53
73	0.1329	0.1658	0.3121	0.3892	1.2476	1.2470	39	46800	1	0.29	2700	0.58
74	0.1897	0.1897	0.3103	0.3103	1.0000	1.0000	34	75000	-27	0.25	2400	0.53
75	0.1308	0.1114	0.3979	0.3599	0.8517	0.9045	39	59800	11	0.21	2300	0.52
*76	0.1631	0.2162	0.2669	0.3538	1.3256	1.3256	38	23000	-21	—	—	—
*77	0.1229	0.1843	0.3464	0.3464	1.4996	1.0000	37	11800	13	—	—	—
*78	0.1453	0.0969	0.3789	0.3789	0.8668	1.0000	43	13500	18	—	—	—
*79	0.1915	0.1878	0.3724	0.2483	0.9807	0.8668	26	52000	-31	—	—	—
*80	0.0874	0.0891	0.3294	0.4941	1.0194	1.5000	63	8200	53	—	—	—
*81	0.1536	0.1536	0.2771	0.4157	1.0000	1.5002	43	9600	15	—	—	—
*82	0.1061	0.1061	0.3388	0.4490	1.0000	1.3250	49	12000	44	—	—	—
*83	0.1623	0.1623	0.3377	0.3377	1.0000	1.0000	37	63000	-11	1.52	3300	2.82
*84	0.1711	0.1711	0.3289	0.3289	1.0000	1.0000	36	68000	-16	1.30	3500	2.27
*85	0.1606	0.1639	0.3394	0.3361	1.0205	0.9903	38	52700	-9	1.93	3100	2.14
*86	0.1342	0.1397	0.3667	0.3594	1.0410	0.9801	38	58300	2	1.82	3600	2.85
*87	0.1289	0.1289	0.3711	0.3711	1.0000	1.0000	44	64500	8	1.46	2600	2.85

\*は本発明の範囲外の試料を示す。

【0066】また、上記の製造過程でX線回折測定の変化を調べ、その一例として試料No. 1、10について図2～図6に示した。まず、仮焼によって作製した仮焼粉末Aと、仮焼粉末BのX線回折チャートを図2、図3に示した。図2から明らかなように、仮焼粉末Aは、LaAlO<sub>3</sub>を主結晶相とする粉末であり、図3から明らかなように、仮焼粉末Bは、SrTiO<sub>3</sub>を主結晶相とする粉末であることがわかる。

【0067】次に、上記の仮焼粉末Aと仮焼粉末Bを試料No. 1、No. 10の組成で混合した混合粉末のX線回折チャートを図4と図5にそれぞれ示した。そして、その混合粉末を用いて焼成した後の誘電体磁器のX線回折チャートを図6、図7に示した。図6、図7の結果から明らかなように、LaAlO<sub>3</sub>とSrTiO<sub>3</sub>の各ピーク位置の中間に、両者の固溶体によるピークが検出され、(La, Sr)(Al, Ti)O<sub>3</sub>のペロブスカイト型結晶相による単一結晶相からなることがわかる。

【0068】表1～表3の結果から明らかなように、各成分の組成比が本発明の範囲内のもの（No. 1～28）は、比誘電率ε<sub>r</sub>が30以上、1GHzに換算した時のQ値が20000以上、τ<sub>f</sub>が±30（ppm/℃）以内、かつε<sub>r</sub>、Q<sub>f</sub>及び共振周波数の温度係数τ<sub>f</sub>の標

準偏差がそれぞれ0.3以内、3000以内、0.7ppm/℃以内の優れた誘電特性が得られた。

【0069】一方、本発明の組成範囲外の誘電体磁器組成（No. 29～39、76～82）は、ε<sub>r</sub>が低いかわりQ値が低い、又はτ<sub>f</sub>の絶対値が30を超えていた。

【0070】また、同時混合したNo. 40～55、83～87では、ε<sub>r</sub>、Q値及びτ<sub>f</sub>の平均値は上記本発明品と同等であったが、ε<sub>r</sub>の標準偏差σが1以上、τ<sub>f</sub>の標準偏差σが2ppm/℃以上とばらつきが大きく、一部の比較例ではQ<sub>f</sub>の標準偏差σが3000を超えるものがあり、ばらつきが大きかった。

【0071】特に、本発明品の中でも、0.1061≤a≤0.2162、0.1050≤b≤0.2086、0.3040≤c≤0.4185、0.2747≤e≤0.4373、0.75≤b/a≤1.25、0.75≤e/c≤1.25の試料No. 56～75は、1GHzに換算した時のQ<sub>f</sub>値が40000以上の優れた誘電特性が得られた。

【0072】（実施例2）実施例1の表1、表2に示す磁器組成物の仮焼粉末を表4に示す重量比率で混合した後、実施例1と同様に成形、焼成、研磨し、30個の試

30

40

50

料の誘電特性の測定等を行い、実施例1と同様に実験を30回行ない、誘電特性の標準偏差 $\sigma$ を計算した。

【0073】

【表4】

試料No.	混合組成の試料No.および混合比						組成A+B+Cの標準偏差 $\sigma$		
	A		B		C		$\epsilon_r$	Q値 GHz	$\tau f$ ppm/°C
	試料No.	混合比 重量%	試料No.	混合比 重量%	試料No.	混合比 重量%			
88	1	20	2	30	3	50	0.11	400	0.12
89	4	40	5	40	6	20	0.18	600	0.18
90	7	10	8	30	9	60	0.20	400	0.13
91	10	5	11	95	—	—	0.16	300	0.13
92	12	20	13	80	—	—	0.13	1000	0.12
93	14	30	15	70	—	—	0.18	600	0.18
94	16	40	17	60	—	—	0.14	500	0.17
95	18	50	19	50	—	—	0.17	900	0.15
96	20	60	21	40	—	—	0.13	500	0.12
97	22	70	23	30	—	—	0.12	800	0.20
98	24	95	25	5	—	—	0.19	800	0.15
99	26	90	27	5	28	5	0.18	700	0.16

【0074】その結果、試料No. 88～99のいずれも比誘電率 $\epsilon_r$ が30以上、1GHzに換算した時のQ値が20000以上が得られ、表4から明らかなように、 $\epsilon_r$ 、Q値及び $\tau f$ の標準偏差 $\sigma$ が、それぞれ0.2以内、1000以内、0.2ppm/°C以内と、実施例1よりもさらにばらつきを小さくすることができた。

【0075】また、これによって得られた誘電体磁器のX線回折測定を行ったところ、いずれもペロブスカイト型結晶相による単一結晶相からなるものであった。

【0076】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明によれば、金属元素として少なくとも希土類元素、Al、M(M：Sr単独、又はSr及びCa)、及びTiを特定の範囲で含有するペロブスカイト型結晶相を主結晶相とすることにより、高周波領域において高い比誘電率 $\epsilon_r$ 及び高いQ値を得ることができ、かつ $\epsilon_r$ 、Q値、 $\tau f$ のばらつきを小さくできる。これにより、マイクロ波やミリ波領域において使用される共振器用材料やMIC用誘電体基板材料、誘電体導波路、誘電体アンテナ、その他の各種電子部品等に適用することができ、特に、誘電体共振器として用いた場合に無負荷Q及び共振周波数の安定性の向上することができ、信頼性を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の誘電体共振器を示す概略図である。

【図2】本発明の実施例におけるLaAlO<sub>3</sub> 仮焼粉末のX線回折チャートである。

【図3】本発明の実施例におけるSrTiO<sub>3</sub> 仮焼粉末のX線回折チャートである。

【図4】本発明の実施例（試料No. 1）におけるLaAlO<sub>3</sub> 仮焼粉末とSrTiO<sub>3</sub> 仮焼粉末との混合粉末のX線回折チャートである。

【図5】本発明の実施例（試料No. 10）におけるLaAlO<sub>3</sub> 仮焼粉末とSrTiO<sub>3</sub> 仮焼粉末との混合粉末のX線回折チャートである。

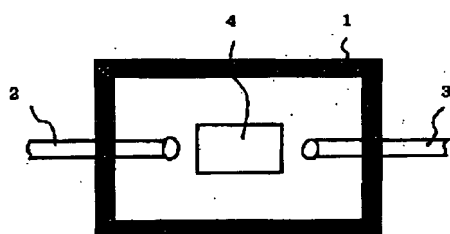
【図6】本発明の実施例（試料No. 1）における誘電体磁器のX線回折チャートである。

【図7】本発明の実施例（試料No. 10）における誘電体磁器のX線回折チャートである。

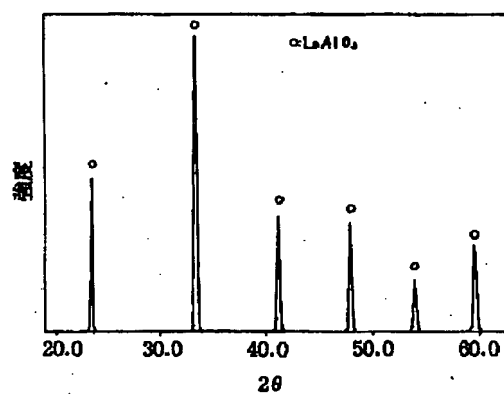
【符号の説明】

- 1：金属ケース
- 2：入力端子
- 3：出力端子
- 4：誘電体磁器

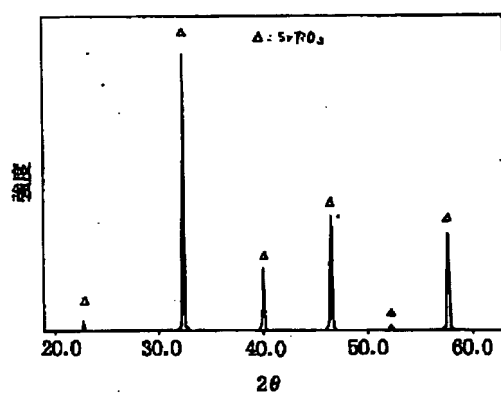
【図 1】



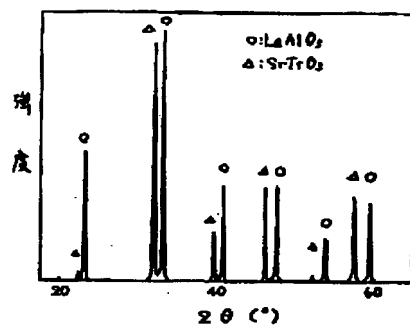
【図 2】



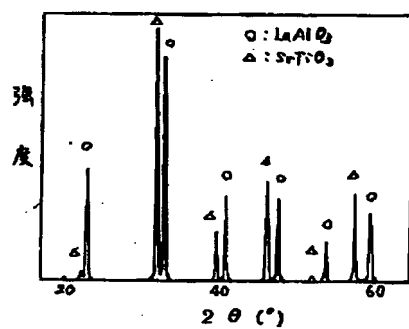
【図 3】



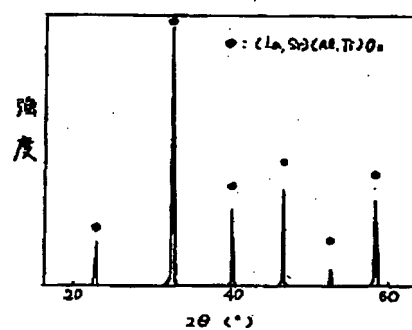
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図7】

